

SKRIPSI

KINETIKA REAKSI RESIN *IMMOBILIZED PHOTOCATALYST TECHNOLOGY (RIPT)* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM MENYISIHKAN COD PADA AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU



Oleh :

ANISA AMELIA ATMADANI
NPM 18034010034

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022**

SKRIPSI

KINETIKA REAKSI RESIN IMMOBILIZED PHOTOCATALYST TECHNOLOGY (RIPT) SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM MENYISIHKAN COD PADA AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU



Oleh :

ANISA AMELIA ATMADANI

NPM. 18034010034

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JATIM

SURABAYA

TAHUN 2022

**KINETIKA REAKSI RESIN IMMOBILIZED
PHOTOCATALYST TECHNOLOGY (RIPT) SEBAGAI BAHAN
ALTERNATIF DALAM MENYISIHKAN COD PADA AIR
LIMBAH INDUSTRI TAHU**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :
ANISA AMELIA ATMADANI
NPM: 18034010034

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JATIM
SURABAYA
2022**

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anisa Amelia Atmadani

NIM : 18034010034

Fakultas /Program Studi : Teknik/Teknik Lingkungan

Judul Skripsi/Tugas Akhir/

Tesis/Desertasi : Kinetika Reaksi Resin Immobilized Photocatalyst Technology (RIPT) Sebagai Bahan Alternatif Dalam Menyisihkan COD Pada Air Limbah Industri Tahu

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 7 November 2022

Yang Menyatakan



(Anisa Amelia Atmadani)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan karunia serta rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Skripsi saya yang berjudul “**Kinetika Reaksi Resin Immobilized Photocatalyst Technology (RIPT) Sebagai Bahan Alternatif Dalam Menyisihkan COD Pada Air Limbah Industri Tahu**” ini dengan baik sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Tugas akhir skripsi merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Lingkungan dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya. Dalam penyusunan laporan skripsi ini melibatkan bantuan dan kerja sama dari banyak pihak, oleh karena itu penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Koordinator Progdi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Euis Nurul Hidayah, ST, MT, PhD selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan kami.
4. Ibu Ir. Naniek Ratni JAR., M.Kes dan Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto,MT selaku dosen penguji Tugas Akhir Skripsi yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga yang telah memberi doa dan restunya, serta dukungan psikis dan materiil untuk menyelesaikan semua proses dalam penyelesaian laporan ini.
6. Teman-teman satu dosen pembimbing dan teman-teman angkatan 2018 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian laporan ini

Dengan ini penyusun menyampaikan terima kasih serta meminta maaf atas ketidaksempurnaan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir Skripsi, semoga dapat memenuhi syarat akademis. Penyusunan laporan skripsi ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Cair Industri Tahu	5
2.2 Karakteristik Polutan Organik dan Pengolahannya	5
1. COD (Chemical Oxygen Demand).....	6
2.3 Resin	8
2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Resin	9
2.4 Fotokatalis	10
2.4.1 Faktor yang Mempengaruhi Fotokatalis	10
2.4.2 Fotokatalis TiO ₂	12
2.4.3 Fotokatalis ZnO.....	14
2.5 Advanced Oxidation Processes (AOP) sebagai Teknologi Fotokatalis	15
2.6 Fotokatalis Imobilisasi Resin	18
2.7 Kinetika Reaksi	21
2.7.1 Stoikiometri laju reaksi.....	21
2.7.2 Hubungan antara Konsentrasi Reaktan dan Waktu.....	22
2.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi	24

2.9	Penentuan Persamaan Kinetika	28
2.10	Penelitian Terdahulu	30
BAB 3		33
METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Kerangka penelitian.....	33
3.2	Diagram proses.....	35
3.3.1	Variabel Tetap	35
3.3.2	Variabel Bebas	35
3.3.3	Parameter.....	35
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	36
3.4	Bahan dan Alat	37
3.5.1	Bahan yang dibutuhkan	37
3.5.2	Alat yang digunakan.....	38
3.5	Cara Kerja	39
3.6.1	Penelitian Pendahuluan	39
3.6.2	Penelitian Utama	39
3.6	Analisis Data	41
3.7.1	Analisis parameter	41
3.7.2	Penerapan pemodelan kinetika	41
3.7.3	Uji Scanning Elektron Microscope (SEM)	43
BAB 4		44
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Mekanisme Reaksi RIPT Dalam Menurunkan COD	44
4.2	Penentuan Nilai Orde Reaksi dan Konstanta Laju Reaksi Pada RIPT-TiO ₂	46
4.3.1	Nilai Orde Reaksi RIPT-TiO ₂	47
4.3.2	Nilai Konstanta Laju Reaksi RIPT-TiO ₂	49
4.3	Penentuan Nilai Orde Reaksi dan Konstanta Laju Reaksi Pada RIPT-ZnO.....	52
4.3.1	Nilai orde Reaksi RIPT-ZnO	52
4.3.2	Nilai konstanta laju reaksi RIPT-ZnO	55
4.4	Waktu Paruh RIPT TiO ₂ dan ZnO Dalam Mendegradasi Parameter COD	57
4.4.1	Waktu Paruh Pada RIPT-TiO ₂ Optimum.....	58

4.4.2	Waktu Paruh Pada RIPT-ZnO Optimum	59
4.5	Karakterisasi Morfologi Resin Sebelum dan Sesudah Diimobilisasi Dengan Fotokatalis TiO ₂ dan ZnO	60
BAB 5	62	
KESIMPULAN DAN SARAN		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	30
Tabel 3.1 Matriks Variabel Penelitian.....	36
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian.....	37
Tabel 3.3 Bahan-bahan yang digunakan beserta fungsinya	37
Tabel 3.4 Alat-alat yang digunakan beserta fungsinya	38
Tabel 3.5 Metode Pengujian/Analisa	41
Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian RIPT-TiO ₂ 30 Gram	47
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Metode <i>Fractional Life</i>	48
Tabel 4.3 Data Hasil Penelitian RIPT-ZnO 30 Gram.....	53
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Metode <i>Fractional Life</i>	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kristal Anatase TiO ₂	13
Gambar 2.2 Struktur Kristal Rutile TiO ₂	14
Gambar 2.3 Rocksalt, (b) zincblende, (c) wurtzite.....	15
Gambar 2.4 a. Tumbukan yang terjadi pada konsentrasi kecil b. tumbukan yang terjadi pada konsentrasi besar	25
Gambar 2. 5 a. tumbukan antarpartikel pada suhu rendah b. tumbukan antarpartikel pada suhu tinggi	25
Gambar 2.6 a. Tekanan gas kecil b. Tekanan gas besar	26
Gambar 2.7 Tumbukan antar partikel.....	27
Gambar 2.8 Diagram energi potensial reaksi tanpa katalis dan dengan katalis. Energi aktivasi reaksi dengan katalis (EaK) lebih kecil dari reaksi tanpa katalis..	28
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	34
Gambar 3.2 Alur Proses Penelitian.....	35
Gambar 3.3 Proses Pembuatan RIPT	40
Gambar 3.4 Uji RIPT untuk mendegradasi COD	40
Gambar 3.5 Diagram Proses Pengidentifikasi Resin Immobilized Photocatalyst TiO ₂ dan ZnO dengan menggunakan uji Scanning Electron Micrograf (SEM) ...	43
Gambar 4.1 Mekanisme Reaksi Penurunan COD	45
Gambar 4.2 Grafik Nilai C _A Terhadap t	48
Gambar 4.3 Grafik Hasil Perhitungan Metode <i>Fractional Life</i>	48
Gambar 4.4 Grafik Nilai Log tF dan Log C _{A0}	49
Gambar 4.5 Grafik Nilai Konstanta Laju Reaksi Orde Satu RIPT-TiO ₂	50
Gambar 4.6 Grafik Nilai C _A Terhadap t	53
Gambar 4.7 Grafik Hasil Perhitungan Metode <i>Fractional Life</i>	54
Gambar 4.8 Grafik Nilai Log tF dan Log C _{A0}	54
Gambar 4.9 Grafik Nilai Konstanta Laju Reaksi Orde Satu RIPT-ZnO	56
Gambar 4.13 Hasil analisi SEM pada: (A1) Resin asli, (A2) RIPT-TiO ₂ , (A3) RIPT-ZnO Sebelum Perlakuan, dan (B1) RIPT-TiO ₂ 30 gr, (B2) RIPT-ZnO 30 gr Setelah Perlakuan.....	60

ABSTRAK

Limbah industri menjadi penyumbang terbesar terhadap pencemaran air sungai, salah satunya limbah industri tahu. Limbah cair industri tahu banyak mengandung bahan organik yang tinggi. Kandungan bahan organik yang tinggi akan meningkatkan nilai BOD dan COD perairan dan akan berdampak buruk apabila tidak ditangani dengan benar. Oleh karena itu, untuk menghilangkan kontaminan secara efektif masih memerlukan teknologi yang lebih maju dengan biaya yang lebih rendah. Penelitian ini memberikan alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu dengan menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst Technology* (RIPT). Penelitian ini menyajikan kinetika reaksi RIPT dengan variasi katalis (TiO_2 , ZnO), massa katalis (10gr, 20gr, 30gr), dan massa RIPT (5gr, 10gr, 15gr), dan sampel diambil setiap waktu 0,30,60,120,180 menit. Untuk mengetahui nilai laju reaksi penyisihan COD dapat dilihat pada nilai konstanta laju reaksi. Bedasarkan hasil penelitian didapatkan nilai konstanta laju reaksi yang terbaik diperoleh oleh variasi massa RIPT (15gr) pada masing-masing katalis (TiO_2 , ZnO). Sedangkan nilai konstanta laju reaksi yang terbaik diperoleh oleh variasi massa katalis TiO_2 30 gram dan ZnO 30 gram, dengan hasil nilai konstanta laju reaksi dari RIPT- TiO_2 30 gram sebesar $0,0101\text{ menit}^{-1}$, dan RIPT- ZnO 30 gram sebesar $0,0144\text{ menit}^{-1}$. Hal ini disebabkan oleh massa katalis dan massa RIPT yang semakin meningkat dapat mempengaruhi luas permukaan fotokatalis menjadi semakin besar, sehingga laju reaksi pun juga akan semakin meningkat. Didapatkan nilai waktu paruh dalam penelitian ini yaitu RIPT- TiO_2 membutuhkan waktu sekitar 69 menit untuk setengah COD terdegradasi dari konsentrasi awalnya, sedangkan RIPT- ZnO membutuhkan waktu sekitar 48 menit untuk melakukan hal yang sama.

Kata Kunci : Limbah Cair Industri Tahu, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, Fotokatalis, Resin, *Resin Immobilized Photocatalyst Technology*.

ABSTRACT

Industrial waste is the biggest contributor to river water pollution, one of which is tofu industrial waste. Tofu industrial wastewater contains a lot of high organic matter. High organic matter content will increase the BOD and COD values of the waters and will have a negative impact if not handled properly. Therefore, to remove contaminants effectively still requires more advanced technology at lower costs. This study provides an alternative that can be used to overcome these problems, namely by using Resin Immobilized Photocatalyst Technology (RIPT). This study presents the RIPT reaction kinetics with various catalysts (TiO_2 , ZnO), catalyst mass (10gr, 20gr, 30gr), and RIPT mass (5gr, 10gr, 15gr), and samples were taken every time 0.30,60,120,180 minutes. To determine the value of the COD removal reaction rate, it can be seen at the value of the reaction rate constant. Based on the results of the study, the best value for the reaction rate constant was obtained by varying the mass of RIPT (15gr) on each catalyst (TiO_2 , ZnO). While the best value for the reaction rate constant was obtained by the variation of the mass of the catalyst TiO_2 30 grams and ZnO 30 grams, with the results of the reaction rate constant value of RIPT- TiO_2 30 grams of $0.0101\text{ minute}^{-1}$, and RIPT- ZnO 30 grams of $0.0144\text{ minute}^{-1}$. This is due to the increasing mass of catalyst and RIPT mass which can affect the photocatalyst surface area to become larger, so that the reaction rate will also increase. The half-life value obtained in this study is that RIPT- TiO_2 takes about 69 minutes for half of COD to be degraded from its initial concentration, while RIPT- ZnO takes about 48 minutes to do the same thing.

Keywords : Liquid Waste Tofu Industry, Chemical Oxygen Demand (COD), Photocatalyst, Resin, Resin Immobilized Photocatalyst Technology.